

## 2019학년도 수시모집 논술우수전형

# 논술시험(자연 1)

< 2018. 11. 18(일) 09:00 자연계 1교시 >

모집단위	전형유형	논술우수전형
수험번호	성명	

### □ 답안작성 유의사항

가. 시험 시간은 100분이며, 답안은 반드시 과목별 지정 답안영역에 작성해야 합니다.

나. [ 수학1 ], [ 수학2 ]는 필수 문제이며, [ 물리 I ], [ 화학 I ], [ 생명과학 I ]의 3문제 중 1문제를 선택하여 응시해야 합니다.

(총 3문제)

다. 과학문제 선택과목을 반드시 표기(마킹●)해야 합니다.

라. 답안은 지정된 작성영역 내에 작성해야 하며, 지정된 작성영역을 초과하여 작성한 부분에 대해서는 평가하지 않습니다.

마. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.

바. 흑색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 종류 또는 색상 변경 불가)

사. 답안 수정 시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.

아. 답안지 전면 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 확인을 받아야 합니다.

**논술시험 (자연 1)**

[ 수학 1 ]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학1 - i] ~ [수학1 - iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

극한  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ 의 값은 1이다. (단,  $x$ 의 단위는 라디안)

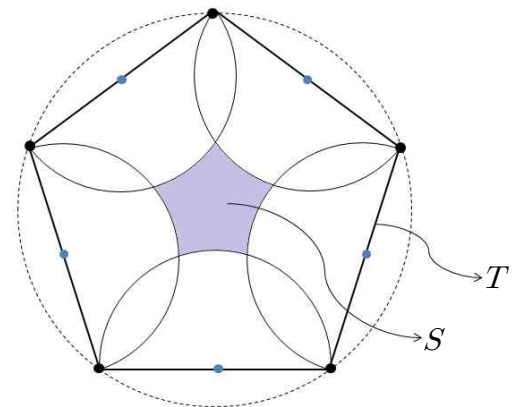
<제시문2>

다음과 같이 삼각함수의 덧셈정리가 성립한다.

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta, \quad \cos(\alpha + \beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta$$

<제시문3>

5 이상인 자연수  $n$ 에 대하여 반지름의 길이가 1인 원에 내접하는 정 $n$ 각형을  $T$ 라고 하자.  $T$ 의 각 변을 지름으로 가지는  $n$ 개의 원 내부에 포함되지 않는  $T$  내부의 영역을  $S$ 라고 하자. 예를 들어,  $n=5$ 일 때 영역  $S$ 는 오른쪽 그림의 색칠한 부분이다. 정 $n$ 각형  $T$  내부의 넓이를  $f(n)$ , 영역  $S$ 의 넓이를  $g(n)$ 이라고 하자.



[수학1 - i] <제시문3>의  $f(n)$ 을  $n$ 에 대한 식으로 나타내고 그 이유를 논하시오.

[수학1 - ii] <제시문3>에서  $n=6$ 일 때  $g(6)$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학1 - iii] 극한  $\lim_{n \rightarrow \infty} n(f(n) - g(2n))$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

**논술시험 (자연 1)**

[ 수학 2 ]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학2 - i] ~ [수학2 -iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>  
서로 다른  $n$ 개에서  $r$ 개를 택하는 조합의 수는  ${}_n C_r = \frac{n!}{r!(n-r)!}$ 이다.

<제시문2>  
서로 다른  $n$ 개에서 중복을 허용하여  $r$ 개를 택하는 중복조합의 수는  ${}_n H_r = {}_{n+r-1} C_r$ 이다.

<제시문3>  
자연수  $n$ 에 대하여  ${}_n C_0 + {}_n C_1 + \dots + {}_n C_n = 2^n$ 이 성립한다.

답은  ${}_n C_r, {}_n H_r, n!, 2^n$  등을 사용하지 않는 자연수 표기법으로 적으시오. 예: 답이  ${}_5 C_2 + 3$ 이면 13으로 적는다.

[수학2 - i] 두 집합  $X = \{x | x \text{는 } 10 \text{ 이하의 자연수}\}$ ,  $Y = \{y | y \text{는 } 8 \text{ 이하의 자연수}\}$ 에 대해 다음 조건을 만족하는 함수  $f: X \rightarrow Y$ 의 개수를 구하고 그 이유를 논하시오.

조건: 정수  $1 \leq i \leq 9$ 에 대해  $f(i) \leq f(i+1) \leq f(i)+1$ 이 성립하고  $f(1) = 1$ 이다.

[수학2 - ii] 두 집합  $X = \{x | x \text{는 } 6 \text{ 이하의 자연수}\}$ ,  $Y = \{y | y \text{는 } 21 \text{ 이하의 자연수}\}$ 에 대해 다음 조건을 만족하는 함수  $f: X \rightarrow Y$ 의 개수를 구하고 그 이유를 논하시오.

조건:  $\{f(i+1) - f(i) | i \text{는 } 1 \leq i \leq 5 \text{인 정수}\} \subset \{1, 2, 3, 5, 7\}$ 이 성립하고  $f(1) = 1, f(6) = 21$ 이다.

[수학2 - iii] 두 집합  $X = \{x | x \text{는 } 9 \text{ 이하의 자연수}\}$ ,  $Y = \{y | y \text{는 } 27 \text{ 이하의 자연수}\}$ 에 대해 다음 조건을 만족하는 함수  $f: X \rightarrow Y$ 의 개수를 구하고 그 이유를 논하시오.

조건: 정수  $1 \leq i \leq 8$ 에 대해  $0 \leq f(i+1) - f(i) \leq 4$ 이 성립하고 정수  $2 \leq j \leq 8$ 에 대해

$$f(j) \geq \frac{f(j-1) + f(j+1)}{2} \text{ 이 성립하며 } f(1) = 1 \text{이다.}$$

[수학2 - iv] 두 집합  $X = \{x | x \text{는 } 5 \text{ 이하의 자연수}\}$ ,  $Y = \{y | y \text{는 } 13 \text{ 이하의 자연수}\}$ 에 대해 다음 조건을 만족하는 함수  $f: X \rightarrow Y$ 의 개수를 구하고 그 이유를 논하시오.

조건: 정수  $1 \leq i \leq 4$ 에 대해  $f(i) \leq f(i+1) \leq f(i)+7$ 이 성립한다.

**논술시험 (자연 1)**

[ 물리 I ]

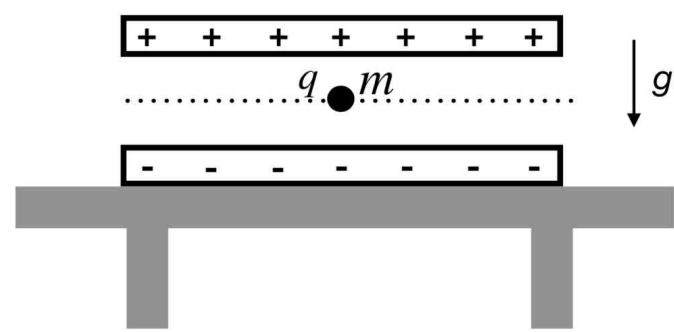
다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [물리 I-i], [물리 I-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

**<제시문1>**  
 전기장  $E$  안의 한 점에 놓여있는 전하량  $q$ 인 전하가 받는 힘  $F$ 는  $F=qE$ 이다.

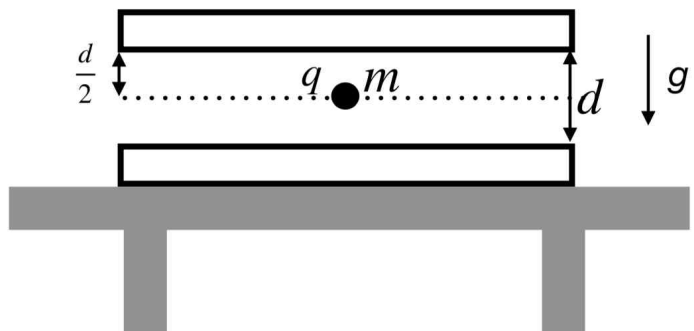
**<제시문2>**  
 시각  $t=0$ 에 처음 속도  $v_0$ 로 출발한 물체가 일정한 가속도  $a$ 로 움직이면, 시간  $t$  후에 물체의 속도  $v$ 는  $v=v_0+at$ 이다. 이 시간 동안 물체의 변위  $s$ 는  $s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 이다.

**<제시문3>**  
 물체가 운동 상태의 변화 없이 안정적으로 정지해 있는 상태를 역학적 평형 상태라고 한다. 물체가 역학적 평형 상태를 유지하기 위해서는 다음의 두 평형 조건을 만족해야 한다.  
 1. 힘의 평형: 물체에 작용하는 모든 힘의 합력, 즉 알짜힘이 0이어야 한다.  
 2. 돌림힘의 평형: 물체에 작용하는 모든 돌림힘의 합이 0이어야 한다.

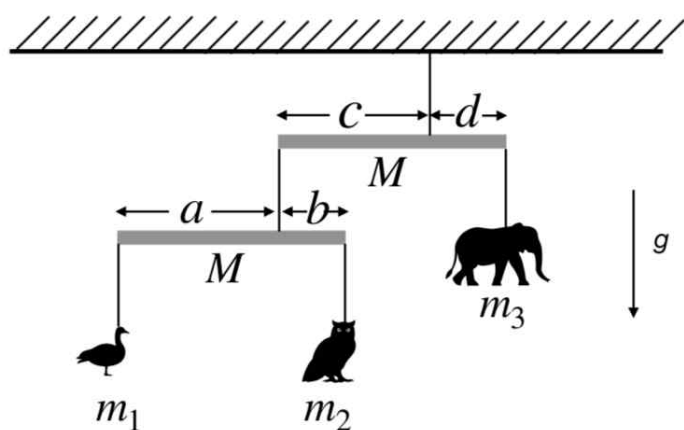
[물리 I-i] (가) 그림과 같이 반대 전하로 대전된 두 평행판이 연직 아래방향의 균일한 중력장 안에서 탁자위에 놓여있다. 평행판의 중앙에 전하량  $q$ , 질량  $m$ 인 입자를 가만히 놓으면 입자가 평행판 사이의 균일한 전기장  $E$  안에서 계속 정지해 있다. 입자의 전하량  $q$ 를  $m, E, g$ 를 이용해 전하량의 부호와 함께 나타내고 그 근거를 제시하시오. (단, 평행판은 고정되어 있어 움직이지 않고, 중력가속도는  $g$ 이다.)



(나) 각각의 평행판에 대전되어 있던 전하를 모두 없애 평행판 사이의 전기장을  $E=0$ 으로 했다. 평행판 중앙에 가만히 놓인 (가) 실험의 입자가 평행판에 닿는 순간의 속력을 구하고 그 근거를 제시하시오. (단, 평행판 사이의 거리는  $d$ 이며, 입자의 크기와 공기 저항은 무시한다.)



[물리 I-ii] 밀도가 균일한 질량이  $M$ 이고 길이가 같은 두 막대를 이용해서 그림과 같이 질량  $m_1, m_2, m_3$ 인 세 물체를 실로 연결해 천장에 고정했다. 두 막대와 세 물체가 그림과 같이 역학적 평형 상태를 유지하고 있을 때, 실을 막대에 고정한 위치는 각각의 막대를 그림과 같이  $a:b$ 와  $c:d$ 로 분할한다.  $\frac{a}{b}$ 와  $\frac{c}{d}$ 를  $m_1, m_2, m_3, M$ 을 이용해 나타내고 그 근거를 제시하시오. (단, 중력가속도는  $g$ 이고, 실의 질량과 막대의 두께는 무시한다.)



**논술시험 (자연 1)**

[ 화학 I ]

다음 <제시문1>, <제시문2>를 읽고 [화학 I-i] ~ [화학 I-v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)를 생성하는 화학 반응식은 다음과 같다.

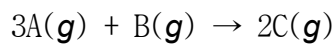
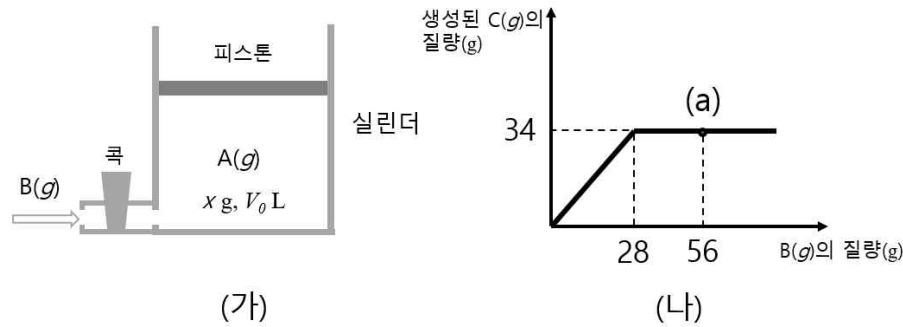


그림 (가)는 실린더에 0°C, 1기압에서 x g의 A(g)가 V<sub>0</sub> L의 부피로 들어 있는 것을, (나)는 (가)의 실린더에 B(g)를 조금씩 넣으면서 반응시켰을 때 넣어준 B(g)의 질량에 따라 생성된 C(g)의 질량을 나타낸 것이다.



<제시문2>

다음은 HCl(aq)과 금속 D, E, F, G를 이용한 산화-환원 반응의 실험 과정 및 결과이다.

- (1) HCl(aq)에 금속 D를 넣었더니, 수소 기체가 발생하였고, 금속 D가 모두 녹았다.
- (2) 과정 (1)에서 얻어진 용액에 금속 E를 넣었더니, 수소 기체가 발생하였고, 금속 E의 일부가 남았으며, 석출된 금속은 없었다.
- (3) 과정 (2)에서 얻어진 용액에 금속 F를 넣었더니, 금속 D와 E가 석출되었다.
- (4) 과정 (1)에서 얻어진 용액에 금속 G를 넣었더니, 아무런 변화가 없었다.

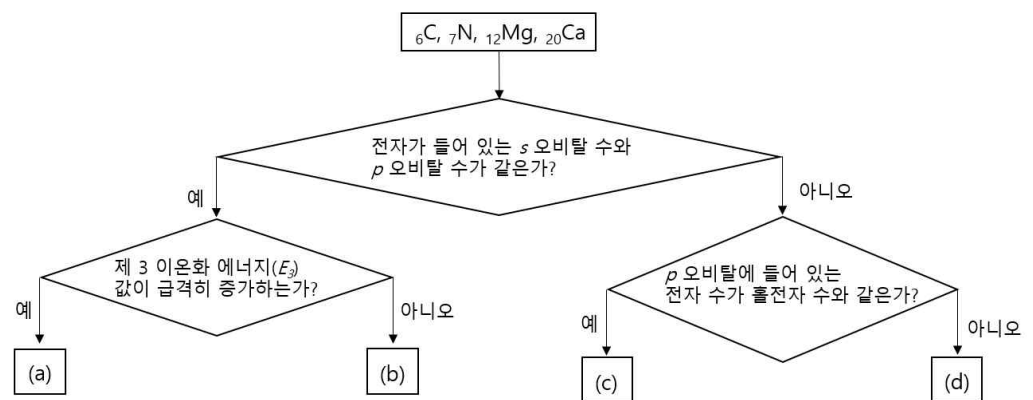
[화학 I-i] 아보가드로 법칙을 이용하여 <제시문1>의 (a) 지점에서 실린더에 들어 있는 기체의 부피(V)를 처음 부피(V<sub>0</sub>)와 비교하여 논하시오. (단, 온도와 압력은 일정하고 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다. 기체 B를 넣을 때만 콕을 열고, 반응 시에는 닫는다.)

[화학 I-ii] 러더퍼드는 금박에 α 입자를 충돌시키는 α 입자 산란 실험을 통해 러더퍼드의 원자 모형을 제시하였다. 만약에 러더퍼드의 실험에서 일부의 α 입자들의 진로가 휘어지거나 α 입자원 방향으로 튕겨 나오지 않고, 모든 α 입자들이 금박을 그대로 통과하는 실험 결과만을 얻었다고 가정한다면, 러더퍼드의 원자 모형은 어떻게 수정될 수 있는지 논리적으로 제시하시오.

[화학 I-iii] 오른쪽 그림은 바닥상태인 원자를 주어진 기준에 따라 분류한 것이다.

(가) (a)~(d)에 해당하는 원자를 각각 적으시오.

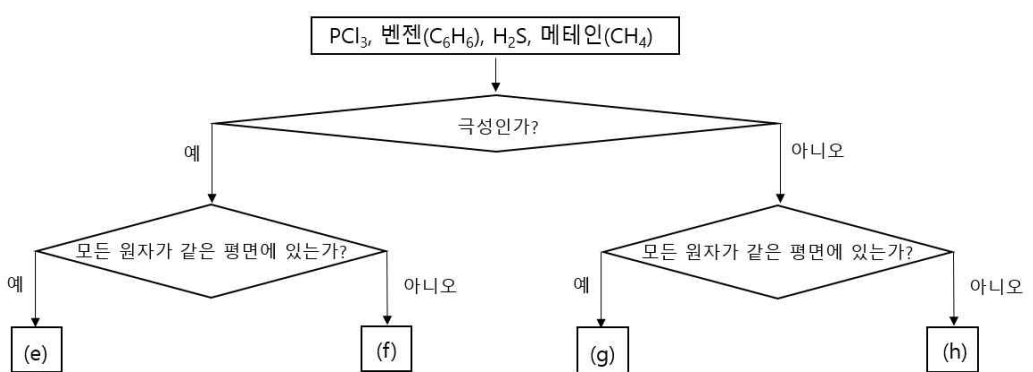
(나) 기체 상태의 원자 1몰로부터 전자 1몰을 떼어 내기 위해 빛 에너지를 사용하려고 한다. 이를 위해 필요한 빛의 파장이 긴 원자부터 차례대로 나열하고 그 근거를 제시하시오.



[화학 I-iv] 오른쪽 그림은 주어진 4가지 분자를 분류하는 과정을 나타낸 것이다.

(가) (e)~(h)에 해당하는 분자를 각각 적으시오.

(나) 중심원자의 결합각이 큰 분자부터 차례대로 나열하고 그 근거를 제시하시오. (단, 벤젠의 경우 6개의 탄소 원자 중에서 하나를 중심원자로 간주한다.)



[화학 I-v] <제시문2>에 주어진 금속 D, E, F, G의 산화 경향성이 큰 금속부터 차례대로 나열하고 그 근거를 제시하시오.

**논술시험 (자연 1)**

[ 생명과학 I ]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [생명과학 I-i] ~ [생명과학 I-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

자극을 받지 않은 뉴런의 막 안과 밖에 미세 전극을 꽂으면 약 -70 mV의 전위차가 측정되는데 이를 휴지막 전위라고 한다.

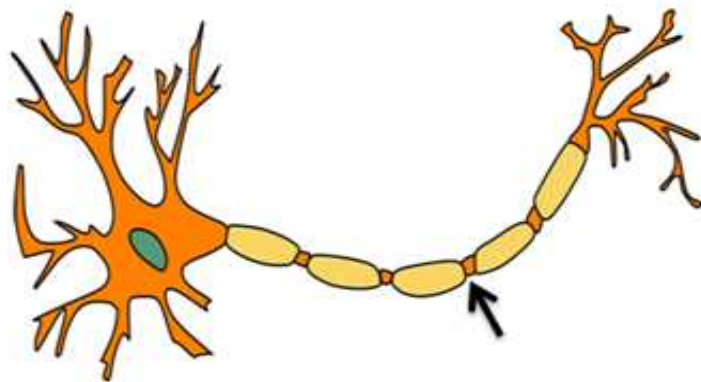
<제시문2>

뉴런의 세포막에 있는 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> 펌프는 나트륨 이온(Na<sup>+</sup>)을 막 바깥으로 내보내고 칼륨 이온(K<sup>+</sup>)을 막 안쪽으로 이동시킨다. 막 바깥으로 나간 Na<sup>+</sup>은 Na<sup>+</sup> 통로를 통해 세포 내로 거의 들어오지 못하지만 막 안쪽으로 들어온 K<sup>+</sup>은 열려있는 일부 K<sup>+</sup> 통로를 통해 막 바깥으로 이동할 수 있다.

<제시문3>

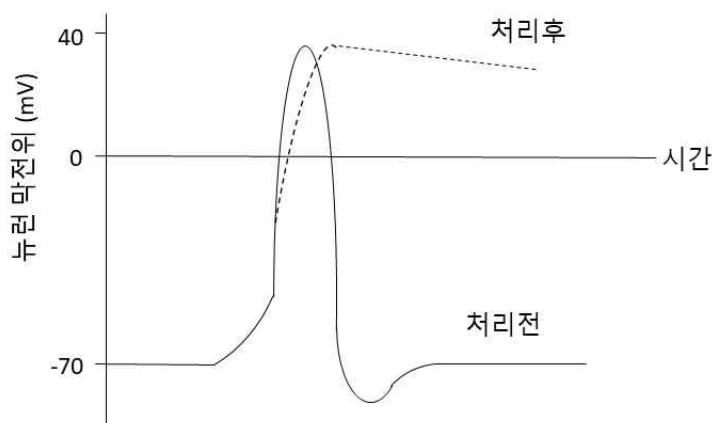
휴지 상태의 뉴런에 자극을 주면 막전위가 급격하게 상승하는데 이러한 막전위의 변화를 활동 전위라고 한다. 뉴런이 자극을 받으면 탈분극이 진행되는데 이때 Na<sup>+</sup> 통로가 열려 막 바깥에 있던 Na<sup>+</sup>이 세포막 내부로 빠르게 확산되어 들어온다. 막전위가 활동 전위 정점에 이르면 Na<sup>+</sup> 통로는 닫히고 K<sup>+</sup> 통로가 열려 K<sup>+</sup>이 세포막 바깥으로 빠져 나간다. 그 결과 막전위가 휴지막 전위 상태로 돌아가는데 이를 재분극이라고 한다. 이때 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> 펌프의 작용으로 세포막 안으로 유입되었던 Na<sup>+</sup>은 밖으로 나가고 K<sup>+</sup>이 막 안으로 들어와 막 안팎의 이온 분포는 원래 상태로 돌아간다.

[생명과학 I-i] 아래 그림은 정상적인 뉴런의 모식도이다. 화살표(↑) 위치에 자극을 주어서 활동 전위를 발생시켰다. 이 활동 전위의 이동 방향을 제시하고 그 이유를 설명하시오.



[생명과학 I-ii] 정상적인 뉴런에 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> 펌프의 기능을 정지시키는 물질 X를 처리하였다. 이 뉴런에 지속적인 자극을 가하여 반복적인 활동 전위를 발생시켰다. 이렇게 충분한 시간 동안 지속적인 자극을 받은 뉴런에서 활동 전위의 변화를 설명하고 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I-iii] 습지에 서식하는 수생 생물로부터 신경 독극 물질을 채취하였다. 이 독극 물질을 뉴런을 배양하고 있는 배양액에 주입하여 이 뉴런이 어떻게 반응하는지를 살펴보았다. 아래 그래프는 이 뉴런에 독극 물질을 처리하기 전(실선)과 처리한 후(점선)에 자극을 주어 활동 전위가 어떻게 변화하는지를 관찰한 것이다. 이 독극 물질이 뉴런의 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> 펌프, Na<sup>+</sup> 통로 및 K<sup>+</sup> 통로에 어떠한 영향을 미쳤는지 추론하시오.



## 2019학년도 수시모집 논술우수전형

# 논술시험(자연 2)

< 2018. 11. 18(일) 13:00 자연계 2교시 >

모집단위	전형유형	논술우수전형
수험번호	성명	

### □ 답안작성 유의사항

- 가. 시험 시간은 100분이며, 답안은 반드시 과목별 지정 답안영역에 작성해야 합니다.
- 나. [ 수학1 ], [ 수학2 ]는 필수 문제이며, [ 물리 I ], [ 화학 I ], [ 생명과학 I ]의 3문제 중 1문제를 선택하여 응시해야 합니다.  
(총 3문제)
- 다. 과학문제 선택과목을 반드시 표기(마킹●)해야 합니다.
- 라. 답안은 지정된 작성영역 내에 작성해야 하며, 지정된 작성영역을 초과하여 작성한 부분에 대해서는 평가하지 않습니다.
- 마. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.
- 바. 흑색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 종류 또는 색상 변경 불가)
- 사. 답안 수정 시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.
- 아. 답안지 전면 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 확인을 받아야 합니다.

**논술시험 (자연 2)**

[ 수학 1 ]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학1 - i], [수학1 - ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>  
 함수  $h(x)$ 가 열린 구간  $(a, b)$ 에서 미분가능하고  $h'(x) > 0$ 이면 이 구간에서 함수  $h(x)$ 는 증가한다.

<제시문2>  
 함수  $h(x)$ 가 열린 구간  $(a, b)$ 에서 미분가능하고  $h'(x) < 0$ 이면 이 구간에서 함수  $h(x)$ 는 감소한다.

<제시문3>  
 함수  $f(x)$ 는  $f(x) = x^4 - 14x^2 - 24x + 27$ 로 정의된다.

[수학1 - i] <제시문3>에서 정의된 함수  $f(x)$ 에 대하여  $y = f(x)$ 의 그래프와  $y = k$  ( $k$ 는 실수)의 그래프가 서로 다른 4개의 점에서 만난다고 할 때, 실수  $k$ 의 범위를 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학1 - ii] <제시문3>에서 정의된 함수  $f(x)$ 에 대하여  $y = f(x)$ 의 그래프와  $y = mx^2 + r$ 의 그래프가 서로 다른 4개의 점에서 만나는 실수  $r$ 이 존재한다고 할 때, 실수  $m$ 의 범위를 구하고 그 이유를 논하시오.

**논술시험 (자연 2)**

[ 수학 2 ]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학 2 - i] ~ [수학 2 - iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

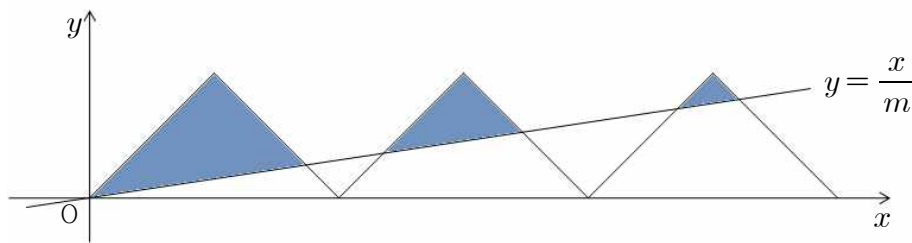
자연수  $n$ 에 대하여 다음이 성립한다.

$$\sum_{k=1}^n k = 1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$\sum_{k=1}^n k^2 = 1^2 + 2^2 + \dots + n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

<제시문2>

함수  $y=f(x)$ 는  $0 \leq x \leq 2$ 일 때  $f(x) = 1 - |1-x|$ 를 만족하고, 음이 아닌 모든 실수  $x$ 에 대하여  $f(x+2) = f(x)$ 를 만족한다. 이때, 아래 그림의 색칠한 부분과 같이 부등식  $\frac{x}{m} \leq y \leq f(x)$ 를 만족하는 제1사분면에 있는 점들의 집합을  $P$ 라 하고, 영역  $P$ 의 넓이를  $g(m)$ 이라고 하자. (단,  $m > 1$ 인 실수)



<제시문3>

두 수열  $\{a_n\}$ ,  $\{b_n\}$ 이 수렴하고  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ ,  $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = \beta$ 일 때, 수열  $\{c_n\}$ 이 모든 자연수  $n$ 에 대하여  $a_n \leq c_n \leq b_n$ 이고  $\alpha = \beta$ 이면  $\lim_{n \rightarrow \infty} c_n = \alpha$ 이다.

[수학 2 - i] <제시문2>에서  $m = 4$ 일 때,  $g(4)$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ii] 양의 실수  $m$ 이 자연수  $n$ 에 대하여  $2n - 1 \leq m < 2n + 1$ 을 만족할 때, <제시문2>에서  $3(n - g(m))$ 의 값은 어떤 다항식  $f(n)$ 에 대하여  $3(n - g(m)) = \frac{f(n)}{m+1} - \frac{f(n-1)}{m-1}$ 로 쓰여진다. 이때, 다항식  $f(n)$ 을  $n$ 에 대한 식으로 표현하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - iii] <제시문2>에서 극한  $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{g(m)}{m}$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

**논술시험 (자연 2)**

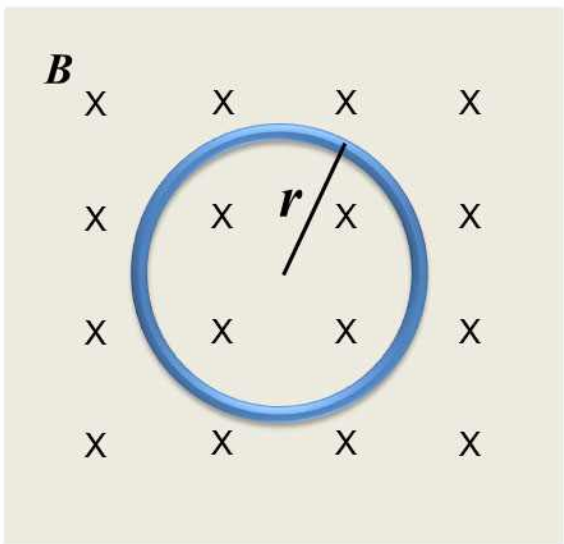
[ 물리 I ]

다음 <제시문1>, <제시문2>를 읽고 [물리 I-i], [물리 I-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

**<제시문1>**  
 자석을 코일에 가까이하거나 멀리하면 코일 양단에 기전력이 발생한다. 이를 유도 기전력이라 하며, 이때 코일에 발생한 전류를 유도 전류라고 한다.

**<제시문2>**  
 열에너지를 유용한 일로 바꾸는 장치를 열기관이라고 한다. 이때 열기관의 열효율( $e$ )은 높은 온도의 열원에서 공급된 열( $Q$ )중에서 얼마만큼이 일( $W$ )로 변환되었는지에 따라 결정된다.

[물리 I-i] 그림은 지면에 수직으로 들어가는 균일한 자기장( $B$ ) 영역에 반지름이  $r$ 인 원형 도선이 자기장에 수직으로 놓여 있는 것을 나타낸 것이다. (단, 원주율  $\pi$ 는 3.0으로 계산하시오.)

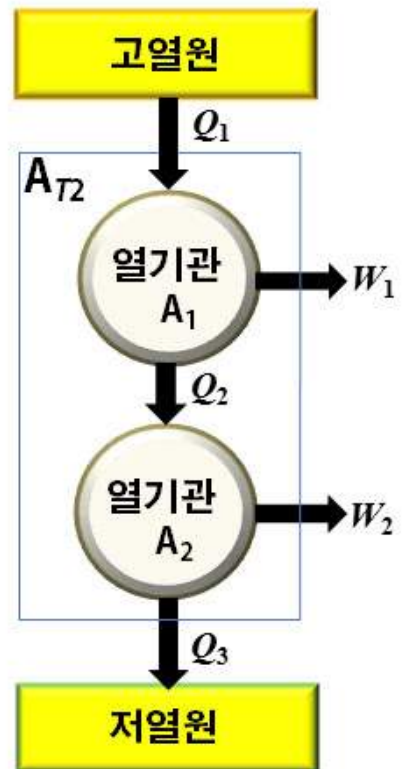


(가) 시간에 따라 자기장의 방향은 변하지 않고 자기장의 세기만 증가할 때와 감소할 때, 지면 위에서 본 원형 도선에 유도되는 전류의 방향(즉, 시계방향  $\curvearrowright$  또는 반시계방향  $\curvearrowleft$ )을 각각 나타내고 그 근거를 제시하시오.

(나) 반지름  $r = 0.5\text{m}$ 이고, 0.3초 동안의 시간 변화에 따라 일정한 비율로 자기장의 세기만 1T에서 5T로 증가하였다. 자기장의 세기가 변하는 동안 원형 도선에 발생하는 유도 기전력의 크기를 구하고 그 근거를 제시하시오.

(다) (나)의 원형 도선을 원둘레와 같은 둘레길이를 가진 정사각형 도선으로 만든 후, (나)와 동일한 조건(즉, 0.3초 동안의 시간 변화에 따라 일정한 비율로 자기장의 세기만 1T에서 5T로 증가함)으로 실험을 한 경우, 자기장의 세기가 변하는 동안 정사각형 도선에 발생하는 유도 기전력의 크기를 구하고 그 근거를 제시하시오.

[물리 I-ii] 그림과 같이 두 개의 열기관  $A_1$ 과  $A_2$ 가 서로 연결되어 있다. 열기관  $A_1$ 은 고열원으로부터 열  $Q_1$ 을 흡수하여 외부로  $W_1$ 의 일을 하고 열기관  $A_2$ 로 열  $Q_2$ 를 방출한다. 열기관  $A_2$ 는 열기관  $A_1$ 로부터 열  $Q_2$ 를 흡수하여 외부로  $W_2$ 의 일을 하고 저열원으로 열  $Q_3$ 을 방출한다.



(가) 열기관  $A_1$ 과  $A_2$ 의 열효율은 각각  $e_1$ 과  $e_2$ 이다. 이때 열효율의 비  $\frac{e_1}{e_2}$ 을  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ 을 이용하여 나타내고 그 근거를 제시하시오.

그리고,  $Q_2 = \frac{1}{2}Q_1$ ,  $Q_3 = \frac{1}{2}Q_2$ 일 경우, 열효율의 비  $\frac{e_1}{e_2}$ 을 숫자로 나타내시오.

(나) (가)의 열기관  $A_1$ 과  $A_2$ 를 합친 열기관  $A_{T2}$ 의 열효율은  $e_{T2}$ 이다. 이때 열효율  $e_{T2}$ 를  $Q_1$ ,  $Q_3$ 을 이용하여 나타내고 그 근거를 제시하시오.

그리고,  $Q_3 = \frac{1}{4}Q_1$ 일 경우, 열효율  $e_{T2}$ 를 숫자로 나타내시오.

(다) 총  $N$ 개의 열기관이 순차적으로 일렬로 연결되어 있고, 마지막  $N$ 번째 열기관  $A_N$ 은 열기관  $A_{N-1}$ 으로부터  $Q_N = \left(\frac{1}{2}\right)^{N-1} Q_1$ 을 흡수하여 외부로  $W_N$ 의 일을 하고 저열원으로  $Q_{N+1} = \left(\frac{1}{2}\right)^N Q_1$ 을 방출한다. 이때 열기관  $A_N$ 의 열효율이  $e_N$ 이라고 하면, 열효율의 비  $\frac{e_1}{e_N}$ 과 열기관  $A_1, A_2, \dots, A_{N-1}, A_N$  모두를 합친 열기관  $A_{TN}$ 의 열효율  $e_{TN}$ 을 각각 구하고 그 근거를 제시하시오.

**논술시험 (자연 2)**

[ 화학 I ]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [화학 I-i] ~ [화학 I-v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

**<제시문1>**  
 두 가지 이상의 서로 다른 종류의 원소가 결합하여 만들어진 물질을 화합물이라고 한다. 화학식을 사용하여 화학 변화를 나타낸 식을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식을 사용하면 반응 전 물질이나 반응 후 생긴 물질을 나타낼 수 있으므로 화학 변화의 과정을 쉽게 알 수 있게 된다.

**<제시문2>**  
 아보가드로 법칙에 따르면 ‘모든 기체는 온도와 압력이 같을 때 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다.’ 실험에 의하면 0℃, 1기압에서 기체 분자 1몰이 차지하는 부피는 22.4 L이다.

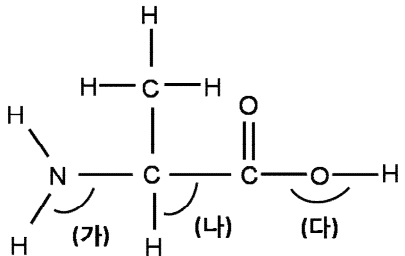
**<제시문3>**  
 전자의 질량은 양성자나 중성자에 비해 매우 작으므로, 한 원자의 질량은 원자핵의 질량과 거의 같다. 따라서 원자핵 속의 양성자 수와 중성자 수를 합친 것이 그 원자의 질량수이다.

**<제시문4>**  
 아미노산이 물에는 잘 녹지만 유기 용매에 잘 녹지 않는 것은 아미노산이 분자 내에서 이온화되어 극성을 띠기 때문이다. 아미노산은 수용액의 액성에 따라 분자의 존재 형태가 달라진다.

[화학 I-i] 에텐(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)과 산소 기체로 이루어진 혼합물의 질량이 176 g이다. 이 혼합물에서 양성자 수의 총합과 중성자 수의 총합의 비는 6:5이다. 이 혼합물에서 에텐의 질량(g)은 얼마인지 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 혼합물에서 수소, 탄소, 산소의 원자 번호는 각각 1, 6, 8이며 질량수는 각각 1, 12, 16이다.)

[화학 I-ii] 암모니아와 산소 기체의 반응에 의해 물과 함께 질소 화합물 H<sub>2</sub>NOH와 HNO가 각각 99 g과 62 g 얻어졌다. 이 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 소모된 산소 기체의 양이 0℃, 1기압에서 몇 L인지 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 수소, 질소, 산소의 원자량은 각각 1, 14, 16이다.)

[화학 I-iii] 다음 그림은 아미노산의 일종인 알라닌의 구조이다. 아래의 그림에 표시된 결합각 (가), (나), (다)를 증가하는 순으로 나타내고 그 근거를 논하시오.



[화학 I-iv] 알라닌을 산성 수용액에 녹인 다음 NaOH 수용액을 천천히 첨가하였더니 용액이 중성을 거쳐 염기성으로 바뀌었다. 산성, 중성, 염기성 용액에서의 알라닌 분자가 서로 다른 존재 형태를 가진다고 할 때, 각각의 존재 형태를 구조식으로 나타내고, 각 구조에서  $\left( \frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} \right)$ 를 구하고 그 근거를 논하시오.

[화학 I-v] 알라닌 0.267 g을 산소와 반응시킨 다음, 탄소를 포함한 물질을 모두 분리한 결과, 일산화 탄소와 이산화 탄소의 혼합물이 얻어졌다. 이 혼합물을 NaOH로 채워진 관에 통과시킨 결과, 관의 무게가 0.264 g 증가하였고 이산화 탄소가 모두 제거되었다. 남은 일산화 탄소를 이용하여 산화 철(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)을 환원시켜 철(Fe)을 얻고자 할 때 얻을 수 있는 Fe의 최대량이 몇 g일지 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 수소, 탄소, 질소, 산소, 철의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16, 56이다.)

**논술시험 (자연 2)**

**[ 생명과학 I ]**

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [생명과학 I-i] ~ [생명과학 I-v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

**<제시문1>**

사람의 유전 연구는 완두나 초과리와는 달리 많은 어려움이 있다. 유전 연구를 위해서는 단기간 내에 여러 세대를 관찰할 수 있어야 하고 인위적인 교배가 가능해야 하는데, 사람은 한 세대가 수십 년에 이르며, 인위적으로 교배 실험을 하는 것이 불가능하기 때문이다. 이러한 이유로 사람의 유전 현상을 연구할 때에는 주로 가계도 조사, 집단 조사, 쌍둥이 연구 등과 같은 간접적인 방법을 이용한다.

**<제시문2>**

가계도는 한 가계의 유전 형질을 조사하여 기호로 나타낸 것으로, 집안의 유전 형질을 조사할 때 주로 이용되는 유전 연구 방법이다. 가계도에는 성별, 형질 발현 유무, 혈연 및 결혼 관계 등을 나타내며, 가계도를 분석하여 어떤 특정한 형질이 가계에 어떻게 나타나는지를 알 수 있다. 가계도는 유전의 원리를 확인하고 가족 구성원의 유전자형을 추정하거나, 앞으로 태어날 자손에게서 특정한 형질이 나타날 확률을 예측하는 데 이용된다.

**<제시문3>**

유전에는 상염색체에 의한 유전과 성염색체에 의한 유전이 있다. 어떤 형질이 멘델의 법칙에 따라 유전될 때 그 형질이 부모에게는 나타나지 않았으나 자손에게 나타났다면 그 형질은 열성이다. 성염색체에는 성을 결정하는 유전자 외에도 여러 형질을 결정하는 유전자가 존재한다. 형질을 결정하는 유전자가 상염색체에 있으면 형질이 남녀 구분 없이 나타나지만, 유전자가 성염색체에 있으면 남자와 여자의 성염색체 구성이 다르므로 남녀에 따라 형질이 나타나는 빈도가 달라진다. 하나의 염색체에 함께 들어 있는 유전자들이 염색체 단위로 함께 행동하여 유전되는 현상을 연관이라고 한다.

**<제시문4>**

사람의 유전 형질 중 표현형이 2개의 대립 형질로 뚜렷하게 구분되는 것은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되기 때문이다. 이러한 유전을 단일 인자 유전이라고 한다. 사람의 ABO식 혈액형은 적혈구 표면에 있는 응집원의 종류에 따라 A형, B형, AB형, 0형의 4가지 표현형으로 나타난다. ABO식 혈액형은 A, B, 0 3개의 대립 유전자에 의해 결정된다. ABO식 혈액형과 같이 3개 이상의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되는 유전을 복대립 유전이라고 한다. ABO식 혈액형과 같이 세 가지 이상의 대립 유전자에 의한 유전 방식 또한 결국 상염색체에 있는 한 쌍의 대립 유전자에 의한 단일 인자 유전자에 속한다.

**<제시문5>**

항체는 항원을 인식하는 부위를 가지고 있어 그 인식 부위에 맞는 항원과만 결합한다. 이러한 항체 반응의 특성을 항원-항체 반응의 특이성이라고 한다. 혈액형 판정은 항원-항체 반응의 대표적인 예이다. 사람의 적혈구 세포막에는 항원인 응집원이 있고, 혈장에는 항체인 응집소가 있어 다른 종류의 혈액과 섞이면 항원-항체 반응이 일어나 혈액이 응집하게 된다.

성균이는 자신의 가족 구성원들의 유전병 (가)와 유전병 (나), 그리고 ABO식 혈액형을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 성균이의 아버지는 유전병 (가)와 (나)를 가지고 있으며, 성균이의 어머니는 유전병 (나)만 가지고 있다. 성균이의 여동생은 유전병 (가)와 (나) 중 어느 것도 가지고 있지 않다. 성균이는 아버지와 같이 유전병 (가)와 (나)를 모두 가지고 있다. 성균이의 부인은 유전병 (가)만 가지고 있다. 성균이의 장인은 유전병 (가)와 (나) 중 어느 것도 가지고 있지 않다. 성균이의 장모는 유전병 (가)와 (나) 모두 가지고 있다. 성균이의 아들은 유전병 (가)만 가지고 있으며 성균이의 딸은 유전병 (가)와 (나) 중 어느 것도 가지고 있지 않다. 성균이는 연구를 통해 유전병 (가)와 (나)의 유전형에 대해 다음과 같은 사실을 알게 되었다. 유전병 (가)는 대립 유전자 S와 S\*에 의해, 유전병 (나)는 대립 유전자 K와 K\*에 의해 결정되며 이 때 S는 S\*에 대해, K는 K\*에 대해 각각 완전 우성이다. 또한 성균이는 유전병 (가)의 유전자와 유전병 (나)의 유전자 중 하나만 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있음을 발견하였다. 성균이는 실험을 통해 다음의 <표1>과 같은 ABO식 혈액형에 대한 응집 반응 결과를 얻었고 자신의 혈청에 응집소 β가 존재함을 알게 되었다.

[다음 면에 계속]

**논술시험 (자연 2)**

<표1>

적혈구 혈청	아버지	어머니	장인	장모	여동생	성균	부인	아들	딸
아버지	-	+	-	+	-	+	-	-	+
어머니	+	-	+	-	+	-	+	-	+
장인	-	+	-	+	-	+	-	-	+
장모	+	-	+	-	+	-	+	-	+
여동생	-	+	-	+	-	+	-	-	+
성균	+	-	+	-	+	-	+	-	+
부인	-	+	-	+	-	+	-	-	+
아들	+	+	+	+	+	+	+	-	+
딸	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(+ : 응집됨, - : 응집 안 됨)

아래의 [생명과학 I-i] ~ [생명과학 I-v] 문항에서 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.

[생명과학 I-i] 유전병 (가)의 대립 유전자 S, S\* 와 유전병 (나)의 대립 유전자 K, K\* 중 어느 대립 유전자가 각 유전병에 대한 정상 대립 유전자인지를 결정하고 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I-ii] 유전병 (가)와 유전병 (나)에 대해서 각각의 유전병의 유전이 상염색체에 의한 유전인지 성염색체에 의한 유전인지를 결정하고 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I-iii] 유전병 (가)와 유전병 (나)를 결정하는 유전자 중 어느 유전자가 AB0식 혈액형을 결정하는 유전자와 연관되는지를 결정하고 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I-iv] 성균이 부부가 셋째 아이를 낳게 되면 이 아이가 유전병 (가)와 유전병 (나)를 모두 가지고, AB0식 혈액형이 A형이 될 확률을 구하고 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I-v] <표1>의 구성원 가운데 주어진 정보만 고려할 때 유전병 (가), 유전병 (나), AB0식 혈액형 중 하나라도 그 유전자형을 정확하게 알 수 없는 사람과 그 형질이 무엇인지 제시하시오.

[끝]